

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 36 396 A 1

61 Int. Cl. 8:  
F 02 M 69/04

21 Aktenzeichen: 196 36 396.9  
22 Anmeldetag: 7. 9. 98  
43 Offenlegungstag: 12. 3. 98

DE 196 36 396 A 1

71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Benz, Gerhard, Dr., 71032 Böblingen, DE; Preussner, Christian, Dr., 71706 Markgröningen, DE; Mörsch, Gilbert, Dr., 70563 Stuttgart, DE; Heyse, Jörg, 71706 Markgröningen, DE; Belzner, Norbert, 74078 Heilbronn, DE; Klaski, Michael, 71723 Großbottwar, DE

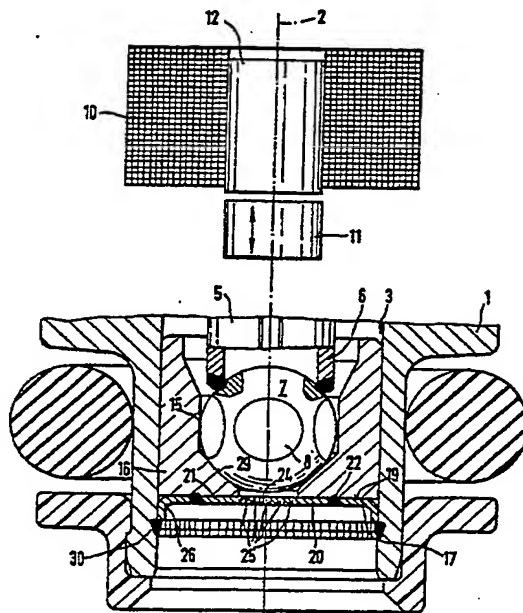
56 Entgegenhaltungen:

EP 07 18 490 A1  
EP 06 83 315 A1  
EP 06 81 873 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Brennstoffeinspritzventil

57 Das Brennstoffeinspritzventil zeichnet sich dadurch aus, daß an ihm stromabwärts der Ventilsitzfläche (29) eine Lochscheibe (21) vorgesehen ist, die eine Vielzahl von Abspritzöffnungen (25) aufweist. Die günstigerweise zehn bis zwanzig Abspritzöffnungen (25) befinden sich in einer Ebene der Lochscheibe (21), die senkrecht zur Ventillängsachse (2) verläuft. Der größte Teil der Abspritzöffnungen (25) ist schräg bzw. geneigt in der Lochscheibe (21) eingebracht, so daß die Öffnungsachsen der Abspritzöffnungen (25) keine Parallelität zur Ventillängsachse (2) besitzen. Da die Neigungen der Abspritzöffnungen (25) unterschiedlich gewählt werden können, ist eine Divergenz der abzuspritzenden Einzelstrahlen leicht erreichbar. Die Abspritzöffnungen (25) sind beispielsweise durch Laserstrahlbohren in der Lochscheibe (21) eingebracht. Das Brennstoffeinspritzventil eignet sich besonders für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 98 702 071/323

10/22

DE 196 36 396 A 1

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist bereits aus der DE-OS 27 23 280 bekannt, an einem Brennstoffeinspritzventil stromabwärts einer Dosieröffnung ein Lochscheibenähnliches Brennstoffaufbrechglied in der Form einer ebenen dünnen Scheibe auszuführen, die eine Vielzahl von gebogenen schmalen Schlitzten aufweist. Die bogenförmigen Schlitzte, die durch Ätzen in der Scheibe eingebracht sind, sorgen mit ihrer Geometrie, also mit ihrer radialen Breite und ihrer Bogenlänge, dafür, daß ein Brennstoffschleier gebildet wird, der in kleine Tröpfchen aufbricht. Die jeweils in Gruppen angeordneten bogenförmigen Schlitzte zerreißen den Brennstoff entsprechend ihrer in der Horizontalen eingebrachten Geometrie. Die einzelnen Schlitzgruppen müssen sehr exakt zueinander eingebracht werden, um das Aufbrechen des Brennstoffs in gewünschter Weise zu erreichen. Über die gesamte axiale Erstreckung des Aufbrechgliedes weisen die bogenförmigen Schlitzte jeweils eine konstante Öffnungsweite auf. Der Verlauf der Schlitzte in axialer Richtung ist dabei parallel zur Ventillängsachse.

Das Ätzen der Vielzahl der bogenförmigen Schlitzte in dieses Aufbrechglied stellt ein kostenintensives Verfahren dar.

Aus der EP-OS 0 681 873 ist bereits ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, das ebenso stromabwärts des Ventilsitzes eine Düsenplatte aufweist, die eine Vielzahl von Düsenlöchern beinhaltet. Die verschiedenste Düsenlochgrößen und -formen aufweisenden Düsenplatten werden mittels Galvanoplastikverfahren oder mittels anisotroper Ätztechnik hergestellt. Mit diesen aufwendigen Herstellungsverfahren werden nur Düsenlöcher erzeugt, die parallel zur Ventillängsachse verlaufen. Eine optimale Strahlformanpassung an bestimmte vorgegebene Geometrien kann so nicht erzielt werden. Ein großflächig verteiltes Spray mit unterschiedlicher Spraydichte ist ebenso nicht erzielbar.

Bekannt sind des weiteren aus der US-PS 5,484,108 Brennstoffeinspritzventile mit einem Lochscheibenverbund. Jede einzelne Lochscheibe weist dabei mehrere Öffnungen auf, und zwischen den jeweiligen Lochscheiben sind Hohlräume gebildet. Während eine Lochscheibe dem Erzeugen einer Turbulenz in der Brennstoffströmung dient, besitzt eine weitere Lochscheibe Zumeß- und Abspritzfunktionen. Die senkrecht zur Ventillängsachse verlaufenden ebenen Lochscheiben der Lochscheibensysteme besitzen stets eine zur Ventillängsachse parallele Ausrichtung der Löcher. Bei den aus dieser Schrift bekannten Lochscheiben handelt es sich hauptsächlich um Vierlochscheiben, die zahlreichen anderen Veröffentlichungen ebenso entnehmbar sind, aber keine Mehrlochscheiben im erfindungsgemäßen Sinne darstellen.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß in einfacher und kostengünstiger Art und Weise eine Lochscheibe herstellbar und am Brennstoffeinspritzventil montierbar ist, mit der die Zerstäubungsgüte des Brennstoffs verbessert wird. Dies

wird dadurch erreicht, daß die Lochscheibe eine Vielzahl von Abspritzöffnungen aufweist, die zum größten Teil geneigt zu einer Ventillängsachse verlaufen. In besonders vorteilhafter Weise sind so sehr einfach Sonderstrahlformen des Brennstoffs mit extrem großen Winkeln erzielbar. Über die Kombination, Anordnung und Neigung der einzelnen Abspritzöffnungen kann der Gesamtbrennstoffstrahl bezüglich seiner Form individuell vorgegeben werden. Auf diese Weise kann z. B. für beliebige Saugrohrgeometrien eine Strahlformanpassung vorgenommen werden. Dadurch wird es möglich, den verfügbaren Einlaßquerschnitt gezielt mit großflächig verteiltem Spray sehr homogen anzusprühen, ohne nennenswerte Brennstoffmengen auf die Saugrohrwandungen zu spritzen. Als Konsequenz können unter anderem die Abgasemission einer Brennkraftmaschine weiter reduziert und ebenso eine Verringerung des Brennstoffverbrauchs erzielt werden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, unabhängig davon, ob die Abspritzöffnungen symmetrisch oder unsymmetrisch in der Lochscheibe verteilt sind, die Abspritzöffnungen derart geneigt auszubilden, daß sie in stromabwärtiger Richtung zur Ventillängsachse divergent verlaufen. Dabei kann auch noch eine Divergenz der Ausrichtungen der einzelnen Abspritzöffnungen untereinander zweckmäßig sein, die sich dadurch ergibt, daß die nahe des Zentrums der Lochscheibe liegenden Abspritzöffnungen steiler verlaufen (kleiner Winkel zur Ventillängsachse) als die radial weiter entfernt liegenden Abspritzöffnungen (größerer Winkel zur Ventillängsachse). Durch die Neigungen der Abspritzöffnungen lassen sich die vielen Einzelstrahlen räumlich gezielt ausrichten. Aufgrund der Divergenz der Einzelstrahlen läßt sich die Spraydichte in einiger Entfernung vom Einspritzventil reduzieren.

Von Vorteil ist es, bei extremen Einbau- bzw. Abspritzbedingungen eine Lochscheibe mit Abspritzöffnungen vorzusehen, die alle die gleiche Hauptausrichtung haben und somit nicht durchweg zur Ventillängsachse divergieren. Mit einer solchen Lochscheibe zum einseitig schiefen Abspritzen lassen sich sehr einfach Schiefstrahlventile herstellen. Durch eine gezielte Anordnung und Neigung der Abspritzöffnungen lassen sich ebenso einfach Kegelstrahl- und Flachstrahlventile erzeugen.

In vorteilhafter Weise werden die Abspritzöffnungen mittels Laserstrahlbohren eingebracht. Die Lochdurchmesser müssen nicht so exakt wie bei Ein-, Zwei- oder Vierlochscheiben hergestellt werden, da die Durchflußmenge über die Anzahl der Abspritzöffnungen abgeglichen werden kann. Eine besonders wirtschaftliche Anwendung des Laserstrahlbohrens ergibt sich bei der Herstellung von zehn bis zwanzig Abspritzöffnungen in der Lochscheibe. Mittels Kunststoffspritztechnik sind Lochscheiben mit Abspritzöffnungen herstellbar, die eine weiter erhöhte Durchflußgenauigkeit besitzen.

Die erfindungsgemäßen Lochscheiben sind einbaukompatibel zu bekannten Lochscheiben in herkömmlichen Brennstoffeinspritzventilen.

## Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfol-

genden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein teilweise dargestelltes Einspritzventil, Fig. 2 eine erfindungsgemäße Lochscheibe mit einer Vielzahl von Abspritzöffnungen, wobei die Fig. 2 eine Schnittdarstellung entlang der Linie II-II in Fig. 3 ist, Fig. 3 einen Ausschnitt der Lochscheibe als Draufsicht auf die Lochscheibe gemäß Fig. 2, Fig. 4 bis 7 schematische Darstellungen von verschiedenen Öffnungsmustern und Fig. 8 ein weiteres teilweise dargestelltes Einspritzventil.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In der Fig. 1 ist als ein Ausführungsbeispiel ein Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen teilweise dargestellt. Das Einspritzventil hat beispielsweise einen rohrförmigen Ventilsitzträger 1, in dem konzentrisch zu einer Ventillängsachse 2 eine Längsöffnung 3 ausgebildet ist. In der Längsöffnung 3 ist eine z. B. rohrförmige Ventilnadel 5 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende 6 mit einem z. B. kugelförmigen Ventilschließkörper 7, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 8 zum Vorbeiströmen des Brennstoffs vorgesehen sind, verbunden ist.

Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise beispielsweise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 5 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer nicht dargestellten Rückstellfeder bzw. Schließen des Einspritzventils dient ein angedeuteter elektromagnetischer Kreis mit einer Magnetspule 10, einem Anker 11 und einem Kern 12. Der Anker 11 ist mit dem dem Ventilschließkörper 7 abgewandten Ende der Ventilnadel 5 durch z. B. eine Schweißnaht mittels eines Lasers verbunden und auf den Kern 12 ausgerichtet.

Zur Führung des Ventilschließkörpers 7 während der Axialbewegung dient eine Führungsöffnung 15 eines Ventilsitzkörpers 16. In dem stromabwärts liegenden, dem Kern 12 abgewandten Ende des Ventilsitzträgers 1 ist in der konzentrisch zur Ventillängsachse 2 verlaufenden Längsöffnung 3 der zylinderförmige Ventilsitzkörper 16 angeordnet. Der Umfang des Ventilsitzkörpers 16 weist einen geringfügig kleineren Durchmesser auf als die Längsöffnung 3 des Ventilsitzträgers 1. An seiner einen, dem Ventilschließkörper 7 abgewandten, unteren Stirnseite 17 ist der Ventilsitzkörper 16 mit einem Bodenteil 20 einer erfindungsgemäßen, z. B. topfförmig ausgebildeten Lochscheibe 21 konzentrisch und fest verbunden, so daß das Bodenteil 20 mit seiner oberen Stirnseite 19 an der unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 anliegt.

Die Verbindung von Ventilsitzkörper 16 und Lochscheibe 21 erfolgt beispielsweise durch eine umlaufende und dichte, z. B. mittels eines Lasers ausgebildete erste Schweißnaht 22. Durch diese Art der Montage ist die Gefahr einer unerwünschten Verformung des Bodenteils 20 in seinem zentralen Bereich 24, in dem sich eine Vielzahl von Abspritzöffnungen 25 befindet, vermieden.

An das Bodenteil 20 der topfförmigen Lochscheibe 21 schließt sich ein umlaufender Halterand 26 an, der sich in axialer Richtung dem Ventilsitzkörper 16 abgewandt erstreckt und bis zu seinem Ende hin konisch nach außen gebogen ist. Der Halterand 26 übt eine radiale Federwirkung auf die Wandung der Längsöffnung 3 aus. Dadurch wird beim Einschieben des aus Ventilsitzkörper 16 und Lochscheibe 21 bestehenden Ventilsitzteils

in die Längsöffnung 3 des Ventilsitzträgers 1 eine Spannbildung am Ventilsitzteil und an der Längsöffnung 3 vermieden. Der Halterand 26 der Lochscheibe 21 ist an seinem freien Ende mit der Wandung der Längsöffnung 3 beispielsweise durch eine umlaufende und dichte, z. B. mittels eines Lasers erzeugte zweite Schweißnaht 30 verbunden. Ein unmittelbares Durchströmen des Brennstoffs in eine Ansaugleitung der Brennkraftmaschine außerhalb der Abspritzöffnungen 25 wird durch die Schweißnähte 22 und 30 vermieden.

Die Einschubtiefe des aus Ventilsitzkörper 16 und topfförmiger Lochscheibe 21 bestehenden Ventilsitzteils in die Längsöffnung 3 bestimmt die Größe des Hubs der Ventilnadel 5, da die eine Endstellung der Ventilnadel 5 bei nicht erregter Magnetspule 10 durch die Anlage des Ventilschließkörpers 7 an einer Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 16 festgelegt ist. Die andere Endstellung der Ventilnadel 5 wird bei erregter Magnetspule 10 beispielsweise durch die Anlage des Ankers 11 an dem Kern 12 festgelegt. Der Weg zwischen diesen beiden Endstellungen der Ventilnadel 5 stellt somit den Hub dar.

Der kugelförmige Ventilschließkörper 7 wirkt mit der sich in Strömungsrichtung kegelförmig verjüngenden Ventilsitzfläche 29 des Ventilsitzkörpers 16 zusammen, die in axialer Richtung zwischen der Führungsöffnung 15 und der unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 ausgebildet ist.

Die Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Lochscheibe 21 (z. B. aus rostfreiem Stahl) noch einmal als separates Bauteil, bei der in ihrem zentralen Bereich 24 die speziell ausgeformten Abspritzöffnungen 25 vorgesehen sind. In ihrem ebenen, senkrecht zur Ventillängsachse 2 verlaufenden Bodenteil 20 mit ihrem zentralen Bereich 24 weist die Lochscheibe 21 deutlich mehr Abspritzöffnungen 25 auf als bei gewöhnlichen bekannten Lochscheiben bzw. Düsenplatten von Einspritzventilen, die oft nur eine, zwei oder vier durch Stanzen, Erodieren oder Ätzen ausgeformte Abspritzöffnungen besitzen. In der Fig. 2 ist eine Lochscheibe 21 im Schnitt dargestellt, der entlang der Linie II-II in Fig. 3 führt, die wiederum eine Draufsicht auf den zentralen Bereich 24 der Lochscheibe 21 zeigt. Diese Lochscheibe 21 weist 39 Abspritzöffnungen 25 auf, die in einem kreisförmig geschachtelten System angeordnet sind.

In dem in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiel besitzt die Lochscheibe 21 eine zentrale Abspritzöffnung 25a, durch die beispielsweise die Ventillängsachse 2 bzw. eine zentrale Längsachse der Lochscheibe 21 verläuft, wobei die Wandung der Abspritzöffnung 25a achsparallel verläuft. Um die zentrale Abspritzöffnung 25a herum sind auf drei Kreisbahnen b, c und d Abspritzöffnungen 25 angeordnet, die entsprechend der jeweiligen Kreisbahn mit 25b, 25c und 25d gekennzeichnet sind. Auf der den kleinsten Durchmesser aufweisenden Kreisbahn b befinden sich sechs Abspritzöffnungen 25b, auf der mittleren Kreisbahn c befinden sich zwölf Abspritzöffnungen 25c, und auf der den größten Durchmesser aufweisenden Kreisbahn d befinden sich zwanzig Abspritzöffnungen 25d. Die einzelnen Kreisbahnen b, c und d können entweder mit einer konstanten oder auch unterschiedlich großen Durchmesserzunahme voneinander entfernt sein. Legt man in die Ebene des Bodenteils 20, also senkrecht zur Ventillängsachse 2, ausgehend von der zentralen Abspritzöffnung 25a bzw. dem Schnittpunkt mit der Ventillängsachse 2 radial verlaufende, senkrecht zueinander stehende Achsen 33a und 33b, so liegen nicht in jeder

Kreisbahn Abspritzöffnungen 25 auf einer dieser Achsen 33a und 33b. Vielmehr sind die Abspritzöffnungen 25, in Abhängigkeit der Anzahl der Abspritzöffnungen 25 auf jeder Kreisbahn b, c und d, radial strahlförmig betrachtet zueinander versetzt ausgebildet. Auf der Achse 33a liegen beispielsweise fünf Abspritzöffnungen 25, während sich auf der Achse 33b nur drei Abspritzöffnungen 25 befinden, wobei die zentrale Abspritzöffnung 25a im Schnittpunkt beider Achsen 33 sowohl zur Achse 33a als auch zur Achse 33b gezählt wurde.

Die zentrale Abspritzöffnung 25a hat an der Stirnseite 19 einen kreisförmigen Querschnitt, und auch die Abspritzöffnungen 25b, 25c und 25d besitzen z. B. kreisförmige Querschnitte, die in der Draufsicht auf die Stirnseite 19 aufgrund der Neigungen der Abspritzöffnungen 25b, 25c und 25d zur Ventillängsachse 2 elliptisch erscheinen. Es ist jedoch auch denkbar, die Abspritzöffnungen 25 von vornherein mit elliptischen Querschnitten zu versehen. Die Querschnittskontur wird jeweils bei allen Abspritzöffnungen 25 weitgehend über die gesamte Dicke der Lochscheibe 21 bzw. des Bodenteils 20 beibehalten. Wie bereits erwähnt, verläuft die Wandung der zentralen Abspritzöffnung 25a achsparallel zur Ventillängsachse 2; alle anderen Abspritzöffnungen 25b, 25c und 25d verlaufen jedoch mit ihren Öffnungsachsen unter einem Winkel zur Ventillängsachse 2. Die Abspritzöffnungen 25b, 25c und 25d sind dabei derart eingebracht, daß die Neigungen zur Ventillängsachse 2 mit jeder weiter außen liegenden Kreisbahn b, c und d größer werden. Das bedeutet, daß der eingeschlossene Winkel zwischen der Ventillängsachse 2 und jeder gedachten Öffnungsachse einer Abspritzöffnung 25b auf der Kreisbahn b kleiner ist als der eingeschlossene Winkel zwischen der Ventillängsachse 2 und jeder gedachten Öffnungsachse einer Abspritzöffnung 25c auf der Kreisbahn c usw. In der Fig. 2 sind diese vorgenannten Winkel mit  $\beta$ ,  $\gamma$  und  $\delta$  bezeichnet. Die Winkel besitzen beispielsweise die Größen von  $\beta = 10^\circ$ ,  $\gamma = 20^\circ$  und  $\delta = 30^\circ$ . Diese und alle weiteren Angaben zu Größen und Anzahl der Abspritzöffnungen 25 schränken die Erfindung in keiner Weise ein. Auf jeder einzelnen Kreisbahn b, c und d besitzen alle Abspritzöffnungen 25b, 25c und 25d beispielsweise die gleiche konstante Neigung.

Die Fig. 4 bis 7 zeigen vier schematische Darstellungen von zentralen Bereichen 24 der Lochscheibe 21, wobei die Abspritzöffnungen 25 nur angedeutet sind, um die Geometrie der Anordnung der Abspritzöffnungen 25 zu verdeutlichen. Auch diese Abspritzöffnungen 25 verändern beispielsweise über die Fläche des zentralen Bereichs 24 ihre Querschnittskonturen bzw. ihre Neigungen zur Ventillängsachse 2. In der Fig. 4 ist ein zentraler Bereich 24 dargestellt, der zwölf Abspritzöffnungen 25 aufweist. Die Abspritzöffnungen 25 sind dabei nicht symmetrisch angeordnet. Auf diese Weise lassen sich ganz gezielt Strahlformen erzeugen, die entsprechenden Einbaubedingungen des Einspritzventils gerecht werden (z. B. Schiefstrahlventile).

In den Fig. 5 und 6 sind zentrale Bereiche 24 von Lochscheiben 21 zu sehen, die sich durch eine streifenförmige Anordnung der Abspritzöffnungen 25 auszeichnen, d. h. alle Abspritzöffnungen 25 sind in einem mittleren Streifen des zentralen Bereichs 24 nahe der Achse 33b konzentriert und somit kreisförmig nicht gleich verteilt eingebracht, so daß auch freie Randbereiche ohne Abspritzöffnungen 25 gebildet sind. Die Fig. 5 zeigt eine Lochscheibe 21 mit achtzehn Abspritzöffnungen 25; die in der Fig. 6 dargestellte Lochscheibe 21 besitzt zwölf Abspritzöffnungen 25. Hinsichtlich der durch die Ventil-

längsachse 2 in der Ebene des Bodenteils 20 verlaufenden Achse 33a liegt bei diesen beiden Ausführungsbeispielen eine Symmetrie der Abspritzöffnungsanordnung vor. Während auf den Achsen 33a keine Abspritzöffnungen 25 vorgesehen sind, sind auf den senkrecht zu den Achsen 33a verlaufenden Achsen 33b sechs Abspritzöffnungen 25 (Fig. 5) bzw. vier Abspritzöffnungen 25 (Fig. 6) positioniert. Im Schnittpunkt der Ventillängsachse 2 mit den Achsen 33a und 33b ist im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 keine Abspritzöffnung 25a vorgesehen. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 liegen auf zur Achse 33b parallelen Achsen und beidseitig der Achse 33b ebenfalls sechs Abspritzöffnungen 25. Die Abspritzöffnungen 25 gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 liegen auf einer gegenüber der Achse 33a geneigten gedachten U-Form.

Auch das in der Fig. 7 gezeigte Ausführungsbeispiel zeichnet sich durch eine symmetrische Anordnung der Abspritzöffnungen 25 zur Achse 33a aus, wobei z. B. zwei der insgesamt achtzehn Abspritzöffnungen 25 direkt auf der Achse 33a mit Abstand zur Achse 33b liegen und mit je zwei symmetrisch zur Achse 33a liegenden Abspritzöffnungen 25 ein dreieckförmiges Lochmuster bilden. Auf der Achse 33b sind beispielsweise sogar vier Abspritzöffnungen 25 angeordnet. Zwei dieser Abspritzöffnungen 25 auf der Achse 33b bilden zusammen mit jeweils vier weiteren Abspritzöffnungen 25 zwei V-förmige Lochmuster, die zu beiden Achsen 33a, 33b eine Symmetrie aufweisen. Verschiedenste, auch deutlich von den in den Fig. 3 bis 7 abweichende Öffnungsmuster sind für die Lochscheiben 21 denkbar.

Alle wesentlichen Merkmale der dargestellten bzw. abwandelbaren Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Lochscheiben 21 sollen im folgenden nochmals kurz zusammengefaßt werden. Mit den Lochscheiben 21 sollen vor allen Dingen in einfacher Art und Weise (einfache Herstellung) Sonderstrahlformen erzielbar sein. Die Lochscheiben 21 liegen dazu als Mehrlochscheiben vor, die eine Vielzahl (mindestens zehn) von Abspritzöffnungen 25 mit kleinen Durchmessern bzw. Öffnungsweiten besitzen. Die Durchmesser der Abspritzöffnungen 25 liegen im Bereich von 50  $\mu\text{m}$  bis 180  $\mu\text{m}$  und sind damit deutlich kleiner als die Durchmesser von bekannten Ein-, Zwei- oder Vierlochscheiben an Einspritzventilen. In vorteilhafter Weise werden die Abspritzöffnungen 25 mittels Erodieren oder Laserstrahlbohren eingebracht. Mit dem Laserstrahlbohren läßt sich auf wirtschaftliche Weise eine Vielzahl der Abspritzöffnungen 25 herstellen, die allerdings Ungenauigkeiten bei den Öffnungsdurchmessern aufweisen können. Zur genauen Durchflusseinstellung werden deshalb im Bedarfsfall ein oder mehrere Mengenkorrekturöffnungen 42, von denen eine beispielhaft in Fig. 3 angedeutet ist, zusätzlich zur geplanten Anzahl der Abspritzöffnungen 25 gebohrt. Die Abspritzöffnungen 25 mit ihren jeweiligen Öffnungsachsen sind weitgehend schräg bzw. geneigt, also unter einem Winkel zur Ventillängsachse 2 bzw. Scheibenlängsachse in der Lochscheibe 21 vorgesehen, um die Einzelstrahlen räumlich gezielt auszurichten. Die Einzelstrahlen spritzen durch Vorgabe der Öffnungsneigungen divergent zueinander ab, um die Spraydichte in einiger Entfernung vom Einspritzventil zu reduzieren.

Über die Kombination, Anordnung und Neigung der einzelnen Abspritzöffnungen 25 kann der Gesamt-brennstoffstrahl bezüglich seiner Form individuell vorgegeben werden. Auf diese Weise kann z. B. für beliebige Saugrohrgeometrien eine Strahlformanpassung vor-

genommen werden. Dadurch wird es möglich, den verfügbaren Einlaßquerschnitt jedes Motorzylinders gezielt mit großflächig verteiltem Spray anzusprühen, ohne nennenswerte Brennstoffmengen auf die Saugrohrwandungen zu spritzen. Diese Sprayeigenschaft besitzt nachweislich Abgasvorteile. Ausführungsbeispiele bezüglich der Strahlformung zeigen die Fig. 4 bis 7, wobei die Fig. 5 und 6 Beispiele für Flachstrahltypen wiedergeben. Auch Schiefstrahlventile, bei denen die Sprayachse gegenüber der Ventillängsachse 2 geneigt ist, sind herstellbar, indem die Hauptausrichtung aller Abspritzöffnungen 25 einseitig schief zur Ventillängsachse 2 ist.

Als ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in der Fig. 8 nochmals ein teilweise dargestelltes Einspritzventil gezeigt. In dieser Figur sind die gegenüber dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel gleichbleibenden bzw. gleichwirkenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Hierbei stellt die Lochscheibe 21 nur ein Einsatzteil dar, das in einen z. B. topfförmig ausgebildeten Lochscheibenträger 35 einsetzbar ist. Der Lochscheibenträger 35 ist dabei ebenso wie die Lochscheibe 21 gemäß der Fig. 1 und 2 mit einem Bodenteil 20 und einem Halterand 26 ausgeführt und mit Schweißnähten 22 und 30 fest und dicht mit dem Ventilsitzträger 1 und dem Ventilsitzkörper 16 verbunden. Das Bodenteil 20 wird von einem äußeren Ringabschnitt 36 und einer zentralen Durchgangsöffnung 37 gebildet, wobei sich die Schweißnaht 22 zur Befestigung am Ventilsitzkörper 16 zwangsläufig noch im Bereich des Ringabschnitts 36 erstrecken muß. Die Lochscheibe 21 gemäß Fig. 8 zeichnet sich durch eine besonders kostengünstige Herstellbarkeit bei Erreichen einer verbesserten Durchflußgenauigkeit aus.

Die im Bereich der Durchgangsöffnung 37 innerhalb der kreisförmigen Schweißnaht 22 zwischen dem Lochscheibenträger 35 und dem Ventilsitzkörper 16 einklemmbare Lochscheibe 21 ist beispielsweise gestuft ausgeführt. Ein oberer, einen kleineren Durchmesser als ein Grundbereich 41 aufweisender Lochscheibenbereich 39 ragt dabei in eine stromabwärts der Ventilsitzfläche 29 folgende zylindrische Austrittsöffnung 40 des Ventilsitzkörpers 16 maßgenau hinein. Für diesen Bereich Lochscheibenbereich 39/Austrittsöffnung 40 kann auch eine Preßpassung vorgesehen sein, wobei der Grundbereich 41 an der unteren Stirnseite 17 des Ventilsitzkörpers 16 anliegt. Diese indirekte Befestigungsart der Lochscheibe 21 erlaubt es, andere Herstellungsweisen für die Lochscheibe 21 in Betracht zu ziehen.

Die in Fig. 8 dargestellte Lochscheibe 21 ist z. B. mittels Kunststoffspritztechnik hergestellt. In die Spritzgußform werden an den Stellen, an denen Abspritzöffnungen 25 entstehen sollen, zylindrische oder elliptische Stäbe bzw. Dorne mit den entsprechend gewünschten Neigungen der späteren Abspritzöffnungen 25 vorgesehen. Nach dem Spritzgießen werden diese dann wieder entfernt. Als Kunststoffe eignen sich Materialien, die bis wenigstens 140°C brennstoffbeständig sind. Weitere Möglichkeiten der Herstellung der Lochscheibe 21 sind das Sintern von Metall oder Keramik. Alle bereits beschriebenen Öffnungsmuster sind bei den so hergestellten Lochscheiben 21 ebenfalls ausformbar. Auch hier sind gewöhnlich die Neigungen der Abspritzöffnungen bzw. Öffnungsachsen vom Scheibenzentrum aus radial nach außen hin zunehmend.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritz-

anlagen von Brennkraftmaschinen, mit einer Ventillängsachse, mit einem Ventilschließkörper, der mit einer Ventilsitzfläche zusammenwirkt, mit einer stromabwärts der Ventilsitzfläche angeordneten, mindestens zehn Abspritzöffnungen aufweisenden Lochscheibe, wobei sich die Abspritzöffnungen in einer Ebene der Lochscheibe befinden, die senkrecht zur Ventillängsachse verläuft, dadurch gekennzeichnet, daß jede Abspritzöffnung (25) eine Öffnungsachse hat und zumindest ein Teil dieser Öffnungsachsen unter einem Winkel ( $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) zur Ventillängsachse (2) verläuft, durch den die jeweilige Neigung der Abspritzöffnung (25) in der Lochscheibe (21) festgelegt ist.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine einzige zentrale Abspritzöffnung (25a) parallel zur Ventillängsachse (2) verläuft, und alle anderen um sie herum angeordneten Abspritzöffnungen (25b, 25c, 25d) geneigt unter einem Winkel ( $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) zur Ventillängsachse (2) verlaufen.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Neigungen der Abspritzöffnungen (25) derart sind, daß die Öffnungsachsen in stromabwärtiger Richtung zur Ventillängsachse (2) divergent verlaufen.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkel ( $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ) zwischen der Ventillängsachse (2) und den Öffnungsachsen der Abspritzöffnungen (25) vom Zentrum der Lochscheibe (21) ausgehend in radialer Richtung immer größer werden.

5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abspritzöffnungen (25) um das Zentrum der Lochscheibe (21) herum auf Kreisbahnen (b, c, d) angeordnet sind.

6. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß alle Abspritzöffnungen (25) einer einzelnen Kreisbahn (b, c, d) eine konstante Neigung besitzen.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abspritzöffnungen (25) unsymmetrisch in der Lochscheibe (21) verteilt sind.

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 oder 2 oder 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß alle Abspritzöffnungen (25) eine gleiche Hauptausrichtung und somit eine gleich gerichtete Neigung aufweisen.

9. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochscheibe (21) mit Hilfe eines Lochscheibenträgers (35) befestigbar ist.

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abspritzöffnungen (25) mittels Laserstrahlbohren ausformbar sind.

11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochscheibe (21) mittels Kunststoffspritztechnik herstellbar ist.

12. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Lochscheibe (21) mittels Sintern von Metall oder Keramik herstellbar ist.

13. Brennstoffeinspritzventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Abspritzöffnungen (25) kreisförmige und/  
oder elliptische Querschnitte aufweisen.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

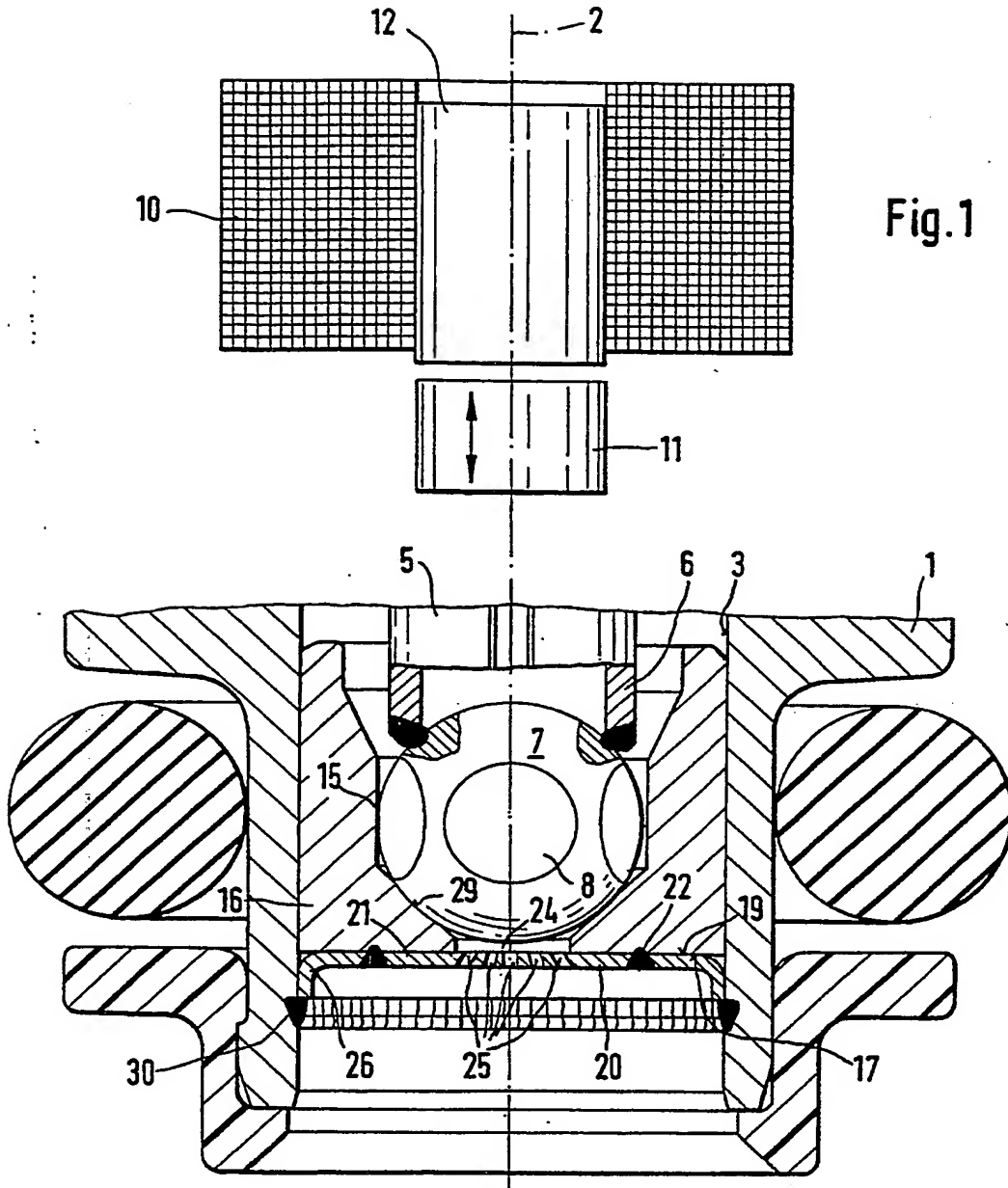
45

50

55

60

65



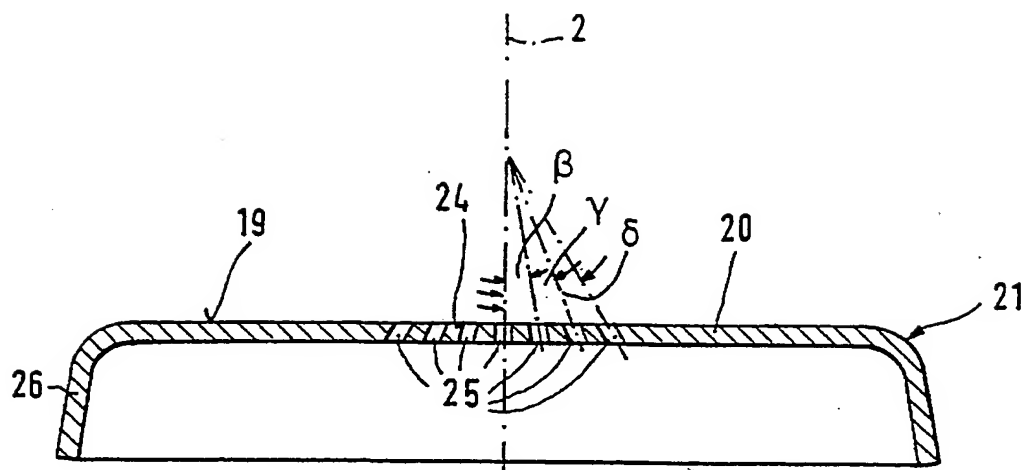


Fig. 2

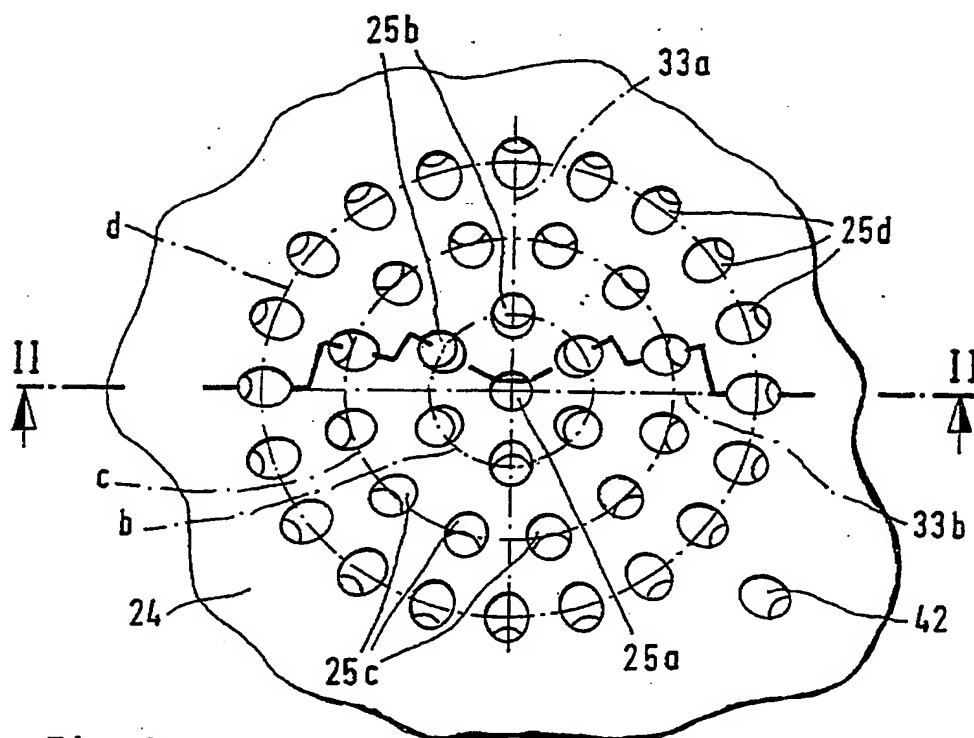


Fig. 3



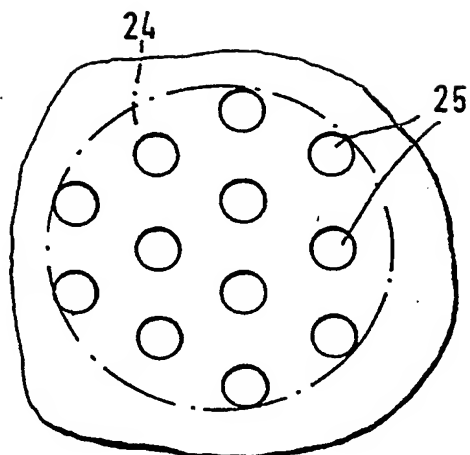


Fig. 4

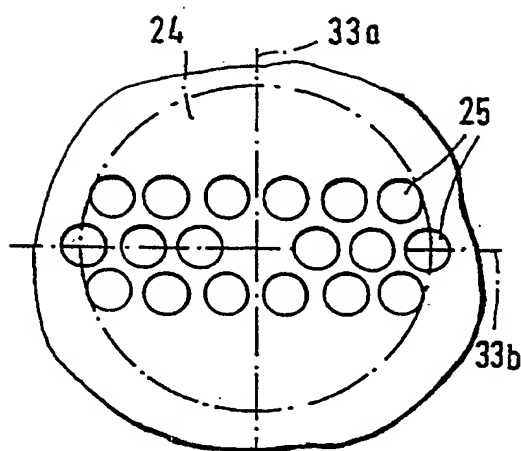


Fig. 5

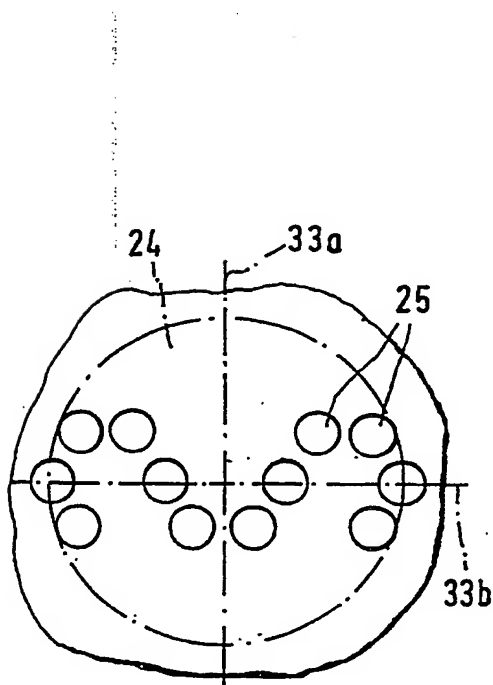


Fig. 6

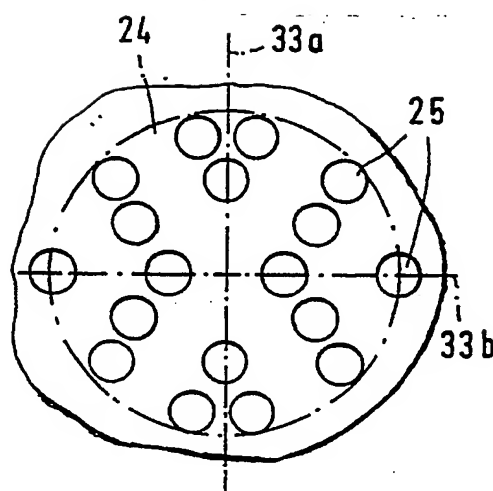


Fig. 7